

Bone contour and bone structure determination

Patent Number: DE19853965
Publication date: 2000-05-31
Inventor(s): PFLAUM MICHAEL [DE]
Applicant(s): SIEMENS AG [DE]
Requested Patent: ☐ DE19853965
Application Number: DE19981053965 19981123
Priority Number(s): DE19981053965 19981123
IPC Classification: A61F2/28; A61B5/103; A61B6/00
EC Classification: A61F2/30M2
Equivalents:

Abstract

The method involves using an X-ray system with an X-ray image recording system for the detection of digital X-ray images, and a computer arrangement for determining relevant bone contours and bone structures, especially the passage from cortical to spongy bone contour. At least one first and one second digital X-ray image are recorded by using X-ray radiation of different energy spectra, and a subtraction image is derived through digital subtraction of both images. A contour image is produced through mathematical processing of the subtraction image, to determine the bone contours under application of a computer-based contour recognition method. The contour image is used for the planning and/or selection of the artificial limb implant.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

BEST AVAILABLE COPY



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 53 965 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
A 61 F 2/28
A 61 B 5/103
A 61 B 6/00

⑲ Aktenzeichen: 198 53 965.7
⑳ Anmeldetag: 23. 11. 1998
㉔ Offenlegungstag: 31. 5. 2000

DE 198 53 965 A 1

⑦ Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦ Erfinder:
Pflaum, Michael, Dipl.-Ing., 91341 Röttenbach, DE

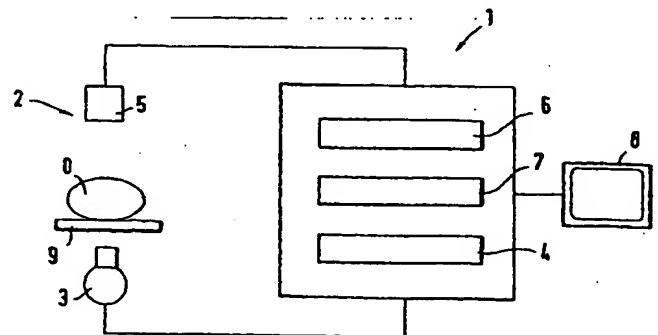
⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE 43 04 572 A1
DE 34 17 609 A1
EP 04 55 986 A2
EP 03 98 029 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zum Ermitteln von für die Planung und/oder Auswahl von Prothesenimplantaten relevanter Knochenstrukturen und Knochenstrukturen sowie Röntgenanlage zur Durchführung dieses Verfahrens

⑤⑦ Verfahren zum Ermitteln von für die Planung und/oder Auswahl von Prothesenimplantaten relevanter Knochenkonturen und Knochenstrukturen, insbesondere des Übergangs von kortikaler zu spongiöser Knochenkontur, unter Verwendung einer Röntgenanlage mit einem Röntgenbildaufnahmesystem zur Erfassung digitaler Röntgenbilder und einer Rechneinrichtung, bei dem zwei Röntgenbilder mit im Energiespektrum verschiedener Röntgenstrahlung aufgenommen werden, wonach ein Subtraktionsbild erstellt wird, das anschließend zur Erzeugung eines Konturbildes unter Verwendung eines Konturerkennungsverfahrens verarbeitet wird.



DE 198 53 965 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln von für die Planung und/oder Auswahl von Prothesenimplantaten relevanter Knochenkonturen und Knochenstrukturen, insbesondere des Übergangs von kortikaler zu spongiöser Knochenstruktur, unter Verwendung einer Röntgenanlage mit einem Röntgenbildaufnahmesystem zur Erfassung digitaler Röntgenbilder und einer Rechneinrichtung.

Die Auswahl von Prothesenimplantaten basiert heute größten teils auf visuellem und mechanischem Vermessen von Röntgenfilmen. Eine besondere Sorgfalt und Erfahrung muß zum Erkennen des kortikalen-spongiösen Übergangs im Knochenschaft, beispielsweise einem Oberschenkelhalsknochen, zugrunde gelegt werden. Die möglichst exakte Kenntnis der Größenverhältnisse des Knochens, an dem das Implantat angebracht werden soll, ist für die Planung bzw. Auswahl des Implantats von besonderer Bedeutung, damit weder während des Einsetzens des Implantats noch danach Schwierigkeiten auftreten. Ist beispielsweise im Falle eines Oberschenkelhalsimplantates der Keil des Implantats, der in die Oberschenkelknochenröhre eingesteckt wird, zu dick, kann dies ggf. bereits während des Einsetzens dazu führen, daß der Knochen platzt. Ein zu dünner oder zu kurzer Keil kann sich auch nach erfolgreichem Einsetzen vom Knochen lösen, was eine erneute Operation und beachtliche Probleme für den Patienten mit sich bringt. Die bisher bekannte Vermessung gewöhnlicher Röntgenaufnahmen läßt jedoch eine hinreichend genau Bestimmung der Größenverhältnisse und insbesondere das Erkennen des kortikalen-spongiösen Übergangs nur ungenau zu.

Der Erfindung liegt damit das Problem zugrunde, ein Verfahren anzugeben, mittels welchem die relevanten Knochenkonturen hinreichend genau ermittelt werden können, so daß das einzusetzende Prothesenimplantat exakt geplant bzw. ein genau passendes ausgewählt werden kann.

Zur Lösung dieses Problems ist ein Verfahren der eingangs genannten Art durch folgende Schritte gekennzeichnet:

- Aufnahme wenigstens eines ersten und wenigstens eines zweiten digitalen Röntgenbildes, wobei zur Aufnahme des ersten und des zweiten Bildes Röntgenstrahlung unterschiedlicher Energiespektren verwendet wird,
- Erzeugung eines Subtraktionsbildes durch digitale Subtraktion der beiden Bilder,
- Erzeugung eines Konturbildes durch rechnerische Bearbeitung des Subtraktionsbildes zur Bestimmung der Knochenkonturen unter Verwendung eines rechnergestützten Konturerkennungsverfahrens, wobei das Konturbild für die Planung und/oder Auswahl des Prothesenimplantats verwendet wird.

Gemäß der Erfindung wird die Kontur des untersuchten Knochens und damit auch die relevanten Bereiche desselben durch eine spezielle Aufnahmetechnik und Bildnachverarbeitung optimiert und visualisiert. Die beiden aufgenommenen Röntgenbilder, die erfindungsgemäß in kurzer Abfolge hintereinander aufgenommen werden, um Bewegungsartefakte zu vermeiden, werden mit Röntgenstrahlung mit jeweils unterschiedlichem Energiespektrum aufgenommen. Hierdurch werden weichere bzw. härtere Objektstrukturen in einen Bild stärker, im anderen schwächer betont dargestellt. Anschließend werden diese beiden digitalen Röntgenbilder mittels einer entsprechenden Bildverarbeitungseinrichtung digital subtrahiert, um ein Subtraktionsbild zu erhalten. In diesem ist eine deutlichere Differenzierung der re-

levanten Strukturen, also beispielsweise im Bereich des kortikalen-spongiösen Übergangs, erkennbar, d. h., die relevanten Konturen treten deutlich hervor. Anschließend wird das Subtraktionsbild unter Verwendung eines rechnergestützten Konturerkennungsverfahrens, also unter Anwendung eines geeigneten Konturerkennungsalgorithmus nachverarbeitet, um rechnerisch die genaue Knochenkontur zu bestimmen und in Form eines Konturbildes darzustellen. Dieses Konturbild, das nun aufgrund des die Konturen bereits recht deutlich und exakt darstellenden Subtraktionsbildes erstellt wurde, und das infolgedessen sehr genau diese Konturen wiedergibt, wird anschließend für die Planung bzw. Auswahl des Prothesenimplantats verwendet. Das basierend auf dem Konturbild ausgewählte und anschließend implantierte Prothesenimplantat ist den Gegebenheiten des Knochens äußerst exakt angepaßt, so daß die eingangs genannten Probleme nicht auftreten werden.

Erfindungsgemäß können im Rahmen der Planung und/oder Auswahl des Prothesenimplantats in einer oder der Rechneinrichtung abgelegte, mit den Konturbild zur Übereinstimmungsermittlung vergleichbare schablonenartige Implantatbilder verwendet werden. Anhand dieser Implantatbilder, die die Umrisse bzw. Formen vorhandener Implantate wiedergeben, kann eine form- und/oder größenmäßige Übereinstimmung der abgebildeten Knochenkontur und der vorhandenen Implantatform gesucht werden, so daß auf einfache Weise die Auswahl bzw. Planung vorgenommen werden kann. Dabei können das Konturbild und ein Implantatbild erfindungsgemäß am einem Monitor angezeigt werden, wobei das Implantatbild über das Konturbild gelegt wird oder beide Bilder nebeneinander dargestellt werden. Insbesondere die Überlagerung der beiden Bilder läßt ein einfaches Vergleichen zu. Die Auswahl und/oder die Überlagerung des Implantatbilds und/oder die nebeneinander gesetzte Darstellung kann automatisch mittels der Rechneinrichtung erfolgen. In diesem Fall wählt die Rechneinrichtung, die hierzu beispielsweise relevante Parameter der im Konturbild dargestellten Kontur vorab bestimmt, aus der Vielzahl der hinterlegten schablonenartigen Implantatbilder ein oder mehrere Implantatbilder aus, welches oder welche anschließend in überlagerter oder nebeneinander gesetzter Darstellung gemeinsam mit dem Konturbild wiedergegeben werden. D.h., der Rechner trifft hier bereits eine Vorauswahl hinsichtlich der relevanten Implantatschablonen. Alternativ dazu kann natürlich der Benutzer das jeweilige Implantatbild auch selber auswählen und beispielsweise unter Verwendung einer Bedienmaus, eines Joy-Sticks od. dgl. die Implantatschablone dem Konturbild durch Verschieben überlagern. Alternativ hierzu ist es desweiteren möglich, daß die Rechneinrichtung die Auswahl vornimmt, die Überlagerung jedoch vom Bediener selbst vorzunehmen ist.

Zur Erzeugung der in ihrem Energiespektrum verschiedenen Röntgenstrahlungen zur Aufnahme des ersten und des zweiten Röntgenbildes können erfindungsgemäß an einem zum Betrieb einer Röntgenstrahlenquelle dienenden, die Betriebsspannung liefernden Generator verschiedene Betriebsspannungen eingestellt werden, d. h., die Röntgenstrahlenquelle wird jeweils mit unterschiedlicher Hochspannung betrieben, der erzeugte Röntgenimpuls hat also jeweils einen unterschiedlichen Energiegehalt. Alternativ hierzu ist es auch möglich zur Erzeugung der im Energiespektrum verschiedenen Röntgenstrahlungen Filtermittel in den Strahlengang zu bringen, beispielsweise in Form einer Kupferfilters, der bestimmte Strahlungsanteile aus der von der Röntgenstrahlenquelle gelieferten Strahlung heraus filtert. In diesem Fall wird beispielsweise das erste Bild ohne Filter, das zweite mit Filter aufgenommen.

Neben dem Verfahren betrifft die Erfindung ferner eine

Röntgenanlage, umfassend ein Röntgenbildaufnahmesystem mit einer Röntgenstrahlung emittierenden Röntgenstrahlenquelle und einem Röntgenstrahlungsempfänger zur Erfassung digitaler Röntgenbilder, sowie einer Bildverarbeitungseinrichtung, wobei die Röntgenanlage zur Durchführung des vorbeschriebenen Verfahrens geeignet ist. Bei dieser erfindungsgemäßen Röntgenanlage ist

- das Röntgenbildaufnahmesystem zur Aufnahme wenigstens eines ersten und wenigstens eines zweiten Röntgenbildes eines mit einem Prothesenimplantat zu versiehenden Objekts unter Verwendung von in ihrem Energiespektrum unterschiedlicher Röntgenstrahlung ausgebildet,
- die Bildverarbeitungseinrichtung zur Erzeugung eines Subtraktionsbildes durch Subtraktion der beiden Bilder ausgebildet, und
- eine Rechneinrichtung vorgesehen, mittels welcher durch rechnerische Bearbeitung des Subtraktionsbildes zur Bestimmung der für die Planung und/oder Auswahl des geeigneten Prothesenimplantats relevanten Objektkonturen unter Verwendung eines rechnergestützten Konturerkennungsverfahrens ein an einer Anzeigeeinrichtung ausgebbares, die relevanten Objektkonturen wiedergebendes Konturbild erzeugbar ist.

In der Rechneinrichtung können erfindungsgemäß mehrere zur Planung und/oder Auswahl des Prothesenimplantats mit dem Konturbild zur Übereinstimmungsermittlung vergleichbare schablonenartige Implantatbilder abgelegt sein, die - automatisch mittels der Rechneinrichtung oder manuell - auswählbar oder unter gemeinsamer Anzeige an einem Monitor überlagerbar und/oder nebeneinander darstellbar sind. Dabei kann die Rechneinrichtung zur Bestimmung relevanter Größenangaben des Objekts anhand des Konturbildes ausgebildet sein, wie beispielsweise der Breite des inneren Knochenhohlraums, des Winkels, mit welchem sich der Hohlraum verjüngt, des Gelenkkopfdurchmessers im Falle eines Oberschenkelhalsknochens etc.

Neben einem Generator, dessen an die Röntgenstrahlenquelle anlegbare Betriebsspannung zur Beeinflussung des Energiespektrums der erzeugbaren Röntgenstrahlung variierbar ist, können erfindungsgemäß ferner Filtermittel vorgesehen sein, die zur Beeinflussung der von der Röntgenstrahlenquelle erzeugten Röntgenstrahlung in den Strahlengang bringbar sind.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus dem im folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiel sowie anhand der Zeichnungen. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipskizze einer erfindungsgemäßen Röntgenanlage,

Fig. 2 eine Prinzipskizze eines Oberschenkelhalsknochens im Schnitt, und

Fig. 3 eine Prinzipskizze eines Konturbildes und eines mit diesem vergleichbaren, schablonenartigen Implantatbildes.

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Röntgenanlage 1, bestehend aus einem Röntgenbildaufnahmesystem 2 umfassend eine Röntgenstrahlenquelle 3, die über einen Generator 4 mit Betriebsspannung versorgt wird, sowie eine Röntgenstrahlungsempfangseinrichtung 5 in Form eines digitalen Ausgangssignale liefernden Bilddetektors. Ferner ist eine Bildverarbeitungseinrichtung 6 zur Verarbeitung der von der Röntgenstrahlungsempfangseinrichtung 5 gelieferten digitalen Röntgenbilder sowie eine Rechneinrichtung 7 zur weiteren Verarbeitung der von der Bildverarbeitungseinrichtung gelieferten Bilder vorgesehen. Die von der Bildverarbei-

tungseinrichtung 6 bzw. der Rechneinrichtung 7 ermittelten Bilder können an einem Monitor 8 ausgegeben.

Im Rahmen des Betriebs der Röntgenanlage 1 zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden zwei Röntgenbilder des Objekts O, beispielsweise des Bereichs des Oberschenkelhalses aufgenommen. Das erste Röntgenbild wird mit einer von der Röntgenstrahlenquelle 3 emittierten Röntgenstrahlung mit einem ersten Energiespektrum, beispielsweise einem ersten Energiegehalt aufgenommen und in der Bildverarbeitungseinrichtung 6 abgelegt. Anschließend wird, zur Vermeidung von etwaigen Bewegungsartefakten in sehr kurzer Abfolge, ein zweites Röntgenbild mit einer im Vergleich zur ersten verwendeten Röntgenstrahlung im Energiegehalt bzw. im Energiespektrum unterschiedlichen Röntgenstrahlung aufgenommen, wobei die digitalen Bildsignale dieses Röntgenbild ebenfalls in der Bildverarbeitung 6 abgelegt werden. Zur Erzeugung bzw. Beeinflussung der Röntgenstrahlung kann entweder der Generator 4 hinsichtlich der an die Röntgenstrahlenquelle 3 gelieferten Betriebsspannung variiert werden, zusätzlich oder alternativ können auch Filtermittel 9 während einer Bildaufnahme in den Strahlengang gebracht werden, welche Strahlungsanteile einer bestimmten Wellenlänge heraus filtern und so das Energiespektrum beeinflussen.

In der Bildverarbeitungseinrichtung 6 wird nun durch digitale Subtraktion der beiden erhaltenen Röntgenbilder ein Subtraktionsbild erstellt. Aufgrund der unterschiedlichen Energiegehalte der verwendeten Röntgenstrahlung sind härtere und weichere Strukturen des aufgenommenen Objekts O in den beiden Röntgenbildern unterschiedlich stark hervorgehoben und betont. Aufgrund der digitalen Subtraktionsbearbeitung sind die Kontur- oder Strukturgrenzen im Bereich des Übergangs von hartem zu weichem Knochenmaterial oder aber beispielsweise vom Knochen zum Gelenkknorpel wesentlich deutlicher erkennbar als auf dem einen oder dem anderen Röntgenbild selbst. Relevante Strukturen wie beispielsweise der Bereich des kortikalen-spongiösen Übergangs im Bereich des Knochenhohlraums können so deutlich differenziert werden.

Das erhaltene Subtraktionsbild wird anschließend in der Rechneinrichtung 7 zur Erzeugung eines Konturbild rechnerisch bearbeitet. Hierzu wird ein rechnergestütztes Konturerkennungsverfahren unter Verwendung von Konturerkennungsalgorithmen angewandt und die exakte Knochenkontur bestimmt, d. h., anhand des bereits sehr exakten Subtraktionsbildes wird rechnerisch die Kontur bzw. der genaue Knochenverlauf bestimmt, so daß ein nach genaueres Konturbild erhalten wird. Dieses Konturbild ist anschließend Grundlage für die Planung und/oder Auswahl des zu verwendenden Prothesenimplantats. Hierzu sind in der Rechneinrichtung 7 mehrere schablonenartige Implantatbilder abgelegt, die dann, wenn das entsprechende Implantat bestimmt werden soll, gemeinsam mit dem Konturbild am Monitor 8 ausgegeben werden können, so daß das Implantatbild ermittelt werden kann, das am besten zu der bestimmten Knochenkontur paßt.

Dabei kann die Auswahl eines oder mehrerer ggf. passenden Implantatbilder mittels der Rechneinrichtung 7 selbst erfolgen, wozu diese beispielsweise anhand des Knochenkonturbild relevante Parameter, wie beispielsweise den Durchmesser des Knochenhohlraums, den Radius des Gelenkkopfes etc. bestimmt und anhand dieser Parameter das oder die ggf. relevanten Implantatbilder auswählt und diese automatisch an dem Monitor 8 anzeigt, wobei diese Bilder einander überlagert oder aber nebeneinander dargestellt werden können. Daneben ist natürlich auch eine manuelle Auswahl möglich.

Fig. 2 zeigt in Form einer Schnittansicht den oberen Be-

reich eines Oberschenkelknochens 10. Am Gelenkkopf 11 findet sich der Gelenkknorpel 12, der mit dem Gelenkkopf 11 zusammen in der nicht gezeigten Gelenkpfanne am Beckenknochen aufgenommen ist. Am Gelenkkopf 11 schließt sich der Knochenhals 13 an, der im Inneren einen Hohlraum 14 aufweist. Im exemplarisch lediglich gestrichelten Bereich 15 geht die feste, sogenannte kortikale Knochensubstanz des Knochenhalses 13 in eine spongiöse Form über, die schwammig oder schwammartig beschaffen ist, mithin also weich ist. Der genaue Übergang, wo also noch festes kortikales Knochenmaterial vorliegt, muß möglichst genau bestimmt werden, da dies für den sicheren Halt des Implantats relevant ist. Mittels des eingangs genannten Verfahrens ist eine solche exakte Bestimmung anhand des Konturbildes möglich.

Ein solches Konturbild K ist exemplarisch in Fig. 3 dargestellt. Dieses mittels der Rechneinrichtung 7 ermittelte Konturbild zeigt im dargestellten Ausführungsbeispiel die Konturen des festen Knochenmaterials des in Fig. 2 gezeigten Oberschenkelhalses 10, d. h., Weichteile wie beispielsweise der Knorpel 12 oder aber die Bereich, in denen spongiöses Knochenmaterial vorliegt, sind hier nicht mehr gezeigt. Anhand dieses Konturbildes kann nun das entsprechende Implantat eines Implantatbildes I, was in Fig. 3 ebenfalls gezeigt ist, ausgewählt werden. Dieses Implantatbild I zeigt eine Ansicht eines Prothesenimplantats 16, das ebenfalls einen Gelenkkopf 17 sowie einen Keilschaft 18 aufweist, welcher in den Hohlraum 14 des zur Implantation abgesägten Knochenschaftes 13 (der Gelenkkopf 13 wird bekanntermaßen entfernt) eingesteckt wird. Anhand des Konturbildes kann so die exakte Form des Implantats, insbesondere des Keilschaftes 18 bestimmt, und damit dessen Anpassung an die Größenverhältnisse des Inneren des Knochenschaftes 13 ermöglicht werden, so daß eine sichere Fixierung möglich ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln von für die Planung und/oder Auswahl von Prothesenimplantaten relevanter Knochenkonturen und Knochenstrukturen, insbesondere des Übergangs von kortikaler zu spongiöser Knochenkontur, unter Verwendung einer Röntgenanlage mit einem Röntgenbildaufnahmesystem zur Erfassung digitaler Röntgenbilder und einer Rechneinrichtung, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- Aufnahme wenigstens eines ersten und wenigstens eines zweiten digitalen Röntgenbildes, wobei zur Aufnahme des ersten und des zweiten Bildes Röntgenstrahlung unterschiedlicher Energiespektren verwendet wird,
- Erzeugung eines Subtraktionsbildes durch digitale Subtraktion der beiden Bilder,
- Erzeugung eines Konturbildes durch rechnerische Bearbeitung des Subtraktionsbildes zur Bestimmung der Knochenkonturen unter Verwendung eines rechnergestützten Konturerkennungsverfahrens, wobei das Konturbild für die Planung und/oder Auswahl des Prothesenimplantats verwendet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das erste und das zweite Röntgenbild kurz hintereinander aufgenommen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Rahmen der Planung und/oder Auswahl des Prothesenimplantats in einer oder der Rechneinrichtung abgelegte, mit dem Konturbild zur Übereinstimmungsermittlung vergleichbare schablonenartige Implantatbilder verwendet werden.

nenartige Implantatbilder verwendet werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß im Rahmen der Planung und/oder Auswahl das Konturbild und ein Implantatbild an einem Monitor angezeigt werden, wobei das Implantatbild über das Konturbild gelegt wird oder beide Bilder nebeneinander dargestellt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswahl und/oder die Überlagerung des Implantatbildes und/oder die nebeneinandergesetzte Darstellung automatisch mittel der Rechneinrichtung oder manuell erfolgt.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung der in ihrem Energiespektrum verschiedenen Röntgenstrahlungen an einem zum Betrieb einer Röntgenstrahlenquelle dienenden, die Betriebsspannung liefernden Generator verschiedenen Betriebsspannungen eingestellt werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung der in ihrem Energiespektrum verschiedenen Röntgenstrahlungen Filtermittel in den Strahlengang gebracht werden.

8. Röntgenanlage, umfassend ein Röntgenbildaufnahmesystem mit einer Röntgenstrahlung emittierenden Röntgenstrahlenquelle und einem Röntgenstrahleneempfänger zur Erfassung digitaler Röntgenbilder, sowie eine Bildverarbeitungseinrichtung, geeignet zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 7, bei welcher

- das Röntgenbildaufnahmesystem (2) zur Aufnahme wenigstens eines ersten und wenigstens eines zweiten Röntgenbildes eines mit einem Prothesenimplantat zu versiehenden Objekts (O) unter Verwendung von in ihrem Energiespektrum unterschiedlicher Röntgenstrahlung ausgebildet ist,
- die Bildverarbeitungseinrichtung (6) zur Erzeugung eines Subtraktionsbildes durch Subtraktion der beiden Bilder ausgebildet ist, und
- eine Rechneinrichtung (7) vorgesehen ist, mittels welcher durch rechnerische Bearbeitung des Subtraktionsbildes zur Bestimmung der für die Planung und/oder Auswahl des geeigneten Prothesenimplantats relevanten Objektkonturen unter Verwendung eines rechnergestützten Konturerkennungsverfahrens ein an einer Anzeigeeinrichtung (8) ausgebares, die relevanten Objektkonturen wiedergebendes Konturbild (K) erzeugbar ist.

9. Röntgenanlage nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß in der Rechneinrichtung (7) mehrere zur Planung und/oder Auswahl des Prothesenimplantats mit dem Konturbild (K) zur Übereinstimmungsermittlung vergleichbare schablonenartige Implantatbilder (I) abgelegt sind.

10. Röntgenanlage nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Konturbild (K) und ein Implantatbild (I) an der als Monitor (8) ausgebildeten Anzeigeeinrichtung gemeinsam nebeneinander oder überlagert wiedergebar sind.

11. Röntgenanlage nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Implantatbild (I) automatisch mittels der Rechneinrichtung (7) oder manuell auswählbar und/oder überlagerbar und/oder nebeneinander darstellbar ist.

12. Röntgenanlage nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Rechneinrichtung (7) zum Bestimmen relevanter Größenangaben

des Objekts (O) anhand des Konturbilds (K) ausgebildet ist.

13. Röntgenanlage nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß ein Generator (4) vorgesehen ist, dessen an die Röntgenstrahlenquelle (3) anlegbare Betriebsspannung zur Beeinflussung des 5
Energiespektrums der mittels der Röntgenstrahlenquelle (3) erzeugbaren Röntgenstrahlung variierbar ist.

14. Röntgenanlage nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß Filtermittel (9) vorgesehen sind, die zur Beeinflussung der von der Röntgen- 10
strahlenquelle (3) erzeugten Röntgenstrahlung in den Strahlengang bringbar sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

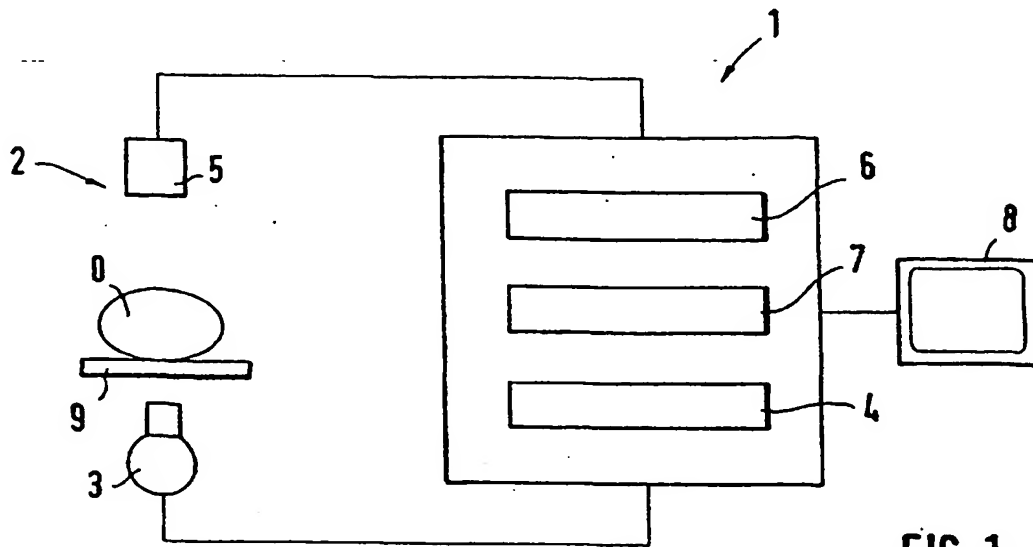


FIG. 1

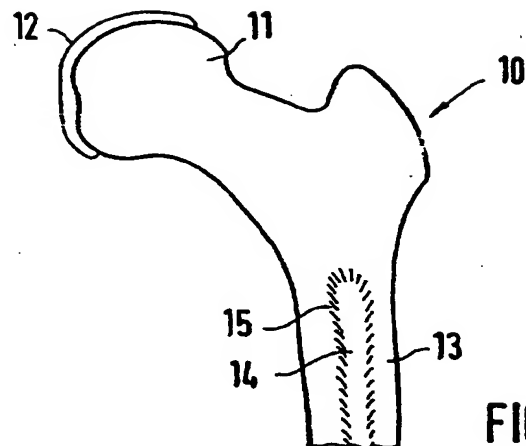


FIG. 2

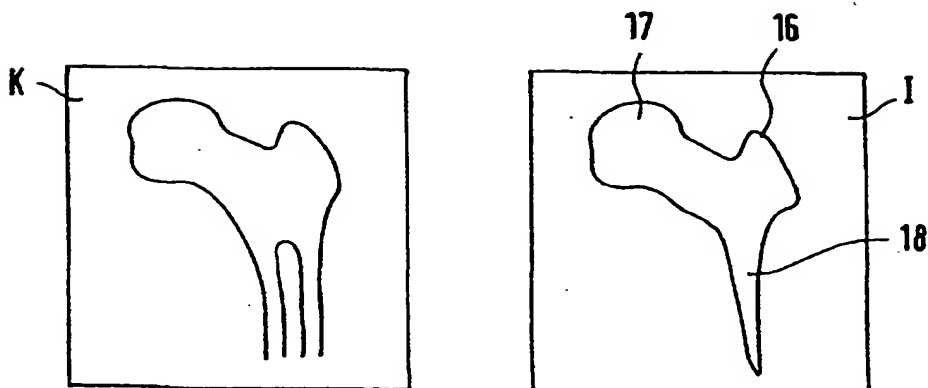


FIG. 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.